

10/510901

DT04K PCT/PTO 08 OCT 2004

EXPRESS MAIL NO. EV258281795US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Henk OUWERKERK	) Re: Priority Claim
	)
U.S. Appln. No.: not yet assigned	) Group: not yet assigned
	)
U.S. Filing Date: concurrently herewith	) Examiner: not yet assigned
	)
International Application No: PCT/NL03/00271	)
	)
International Filing Date: 9 April 2003	) Our Ref.: B-5550PCT 622237-5
	)
For: "STEAM AND GAS TURBINE INSTALLATION"	)
	) Date: October 8, 2004

35 U.S.C. 119 CLAIM TO PRIORITY

MAIL STOP PCT  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Attn: United States Designated/Elected Office (DO/EO/US)

Sir:

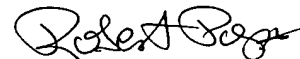
Prior PCT International Application No. PCT/NL03/00271,  
designating the U.S., claims foreign priority as follows:

<u>COUNTRY</u>	<u>FILING DATE</u>	<u>SERIAL NUMBER</u>
The Netherlands	10 April 2002	1020350

The certified copy has been filed in prior PCT International  
Patent Application No. PCT/NL03/00271.

Applicants hereby confirm that this claim for priority applies to  
the above-identified U.S. International stage application.

Respectfully submitted,



Robert Popa  
Reg. No. 43,010  
Attorney for Applicant  
LADAS & PARRY  
5670 Wilshire Boulevard #2100  
Los Angeles, California 90036  
(323) 934-2300

PCT/NL

03/00271

10/510901

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

08 OCT 2004

Bureau voor de Industriële Eigendom



REC'D 14 MAY 2003

WIPO

PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 10 april 2002 onder nummer 1020350,

ten name van:

**Henk OUWERKERK**

te Helmond

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Stoom-en gasturbine-inrichting",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

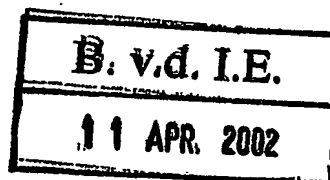
Rijswijk, 24 april 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

Mw. I.W. Scheevelenbos-de Reus

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

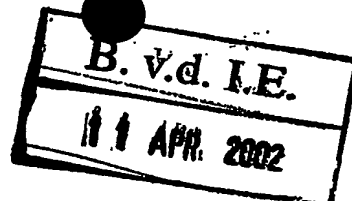


## U I T T R E K S E L

De uitvinding heeft betrekking op een stoom- en gasturbine-inrichting omvattende een gasturbine-eenheid (A) en een stoomturbine-eenheid (B), waarbij de gasturbine-eenheid (A) mede is samengesteld uit tenminste: een op een compressor-as geplaatste gascompressor, een verbrandingskamer en een op een gasturbine-as geplaatste gasturbine; en waarbij de stoomturbine-eenheid (B) mede is samengesteld uit: een gesloten stoomleiding met daarin tenminste opgenomen: een pomp; een stoomgenerator, welke tijdens bedrijf in warmtewisselend contact staat met de vanuit de gasturbine afkomstige verbrandingsgassen; een op een stoomturbine-as geplaatste stoomturbine; alsmede een condensor.

Teneinde een meer efficiënte inrichting te verkrijgen, waarbij al het door de inrichting opgewekte vermogen effectiever wordt benut, wordt de stoom- en gasturbine-inrichting overeenkomstig de uitvinding gekenmerkt, doordat tijdens bedrijf de stoomturbine de gascompressor van de gasturbine-eenheid aandrijft.

Korte aanduiding: Stoom- en gasturbine-inrichting.



### BESCHRIJVING

De uitvinding heeft betrekking op een stoom- en gasturbine-inrichting omvattende een gasturbine-eenheid (A) en een stoomturbine-eenheid (B), waarbij de gasturbine-eenheid (A) mede is samengesteld uit tenminste: een op een compressor-as geplaatste gascompressor, een verbrandingskamer en een op een gasturbine-as geplaatste gasturbine; en waarbij de stoomturbine-eenheid (B) mede is samengesteld uit: een gesloten stoomleiding met daarin tenminste opgenomen: een pomp; een stoomgenerator, welke tijdens bedrijf in warmtewisselend contact staat met de vanuit de gasturbine afkomstige verbrandingsgassen; een op een stoomturbine-as geplaatste stoomturbine; alsmede een condensor.

Stoom- en gasturbine-inrichtingen zijn algemeen bekend en worden in allerlei verschillende configuraties industrieel toegepast. Een voorbeeld van een stoom- en gasturbine-inrichting volgens de bovenvermelde inleiding wordt bijvoorbeeld geopenbaard in het Amerikaanse octrooi US-B1-6,223,518. Dergelijke stoom- en gasturbine-inrichtingen kunnen worden ingedeeld in een tweetal typen, zijnde de meerassige en de enkelassige variant.

Een bekende meerassige variant van een stoom- en gasturbine-inrichting wordt bijvoorbeeld getoond in de bijgevoegde figuur 1, waarbij de inrichting samengesteld is uit een gasturbine-eenheid (A) en een stoomturbine-eenheid (B), waarbij de gasturbine-eenheid (A) samengesteld is uit tenminste een gascompressor 1 welke op een gascompressor-as 4 is geplaatst, een verbrandingskamer 2 en een op een gasturbine-as 5 geplaatste gasturbine 3. De gascompressor 1 zuigt via de inlaat 1a lucht aan, welke lucht door de gascompressor 1 in gecomprimeerde vorm via de uitlaat 1b naar de verbrandingskamer 2 wordt geleid. Tezamen met via de inlaat 2a toegevoerde brandstof wordt deze gecomprimeerde lucht in de verbrandingskamer verbrand, waarna de

verbrandingsgassen de verbrandings-kamer 2 verlaten en via de inlaat 3a de gasturbine 3 worden ingeleid. De verbrandingsgassen drijven de gasturbine 3 aan waardoor deze tezamen met de gasturbine-as 5 gaat roteren en zodoende een last, welke in de figuur 1 met het referentiecijfer 12 is aangeduid, aandrijven.

Bij deze stoom- en gasturbine-inrichting zijn de gascompressor 1 en de gasturbine 3 op dezelfde as 4, 5 geplaatst. Dit betekent dat de door de verbrandingsgassen aangedreven gasturbine 3 tevens de gascompressor 1 aandrijft voor het comprimeren van de via de inlaat 1a opgenomen lucht.

De stoomturbine-eenheid (B) van de in de figuur 1 getoonde bekende stoom- en gasturbine-inrichting wordt gevormd door een kortgesloten stoomleiding 6 met daarin opgenomen een pomp 7. Tevens is in de leiding 6 een stoomgenerator 8 opgenomen, waarbij de stoomleiding 6 in warmtewisselend contact staat met de van de gasturbine 3 afkomstige verbrandingsgassen 3b. Zodoende wordt het door de stoomgenerator 8 en de stoomleiding 6 lopende water verhit tot stoom, welk stoom door een op een stoomturbine-as 10 geplaatste stoomturbine 9 wordt geleid. Hierdoor kan door de stoomturbine 9 en de stoomturbine-as 10 een andere last 13 worden aangedreven. De stoom verlaat de stoomturbine 9 via een condensor 11, alwaar de stoom afkoelt en condenseert. De pomp 7 verpompt vervolgens de gecondenseerde en afgekoelde stoom (water) wederom in de richting van de stoomgenerator 8.

Met deze meerassige uitvoering van de stoom- en gasturbine-inrichting volgens de stand van de techniek wordt de door de gasturbine 3 opgewekte restwarmte (3b) als vermogen benut voor het aandrijven van de stoomturbine 9 en de additionele last 13. Anderzijds is het bij een meerassige installatie mogelijk om de stoomturbine 9 buiten bedrijf te stellen, zodat het enige afgeleverde vermogen het vermogen geleverd door de gasturbine 3 is.

Een andere uitvoersvorm van een bekende stoom- en

gasturbine-inrichting is de zogenoemde enkelassige variant, waarvan een uitvoeringsvorm in de bijgevoegde figuur 2 wordt getoond. In deze figuur worden de onderdelen, welke overeenkomen met de in de figuur 1 weergegeven uitvoeringsvorm met hetzelfde referentiecijfer aangeduid.

5           Zowel de enkelassige variant als de meerassige variant uit figuur 1 bezitten dezelfde componenten, waarbij de enkelassige variant de gascompressor 1, de gasturbine 3, de stoomturbine 9 en de aan te drijven last 12 op dezelfde as 4, 5, 10 zijn geplaatst. In tegenstelling tot de uitvoeringsvorm in figuur 1 kan bij een enkelassige variant de stoom-  
10   turbine 9 niet apart worden bedreven c.q. afgeschakeld, zonder gebruik te maken van een koppeling, waardoor de stoomturbine 9 van de sturbine 3 en de gascompressor 1 ontkoppeld kan worden. Echter deze aanvullende onderdelen maken de enkelassige variant duurder en gecompliceerder.

15           Een enkelassige stoom- en gasturbine-inrichting zoals weergegeven in de figuur 2 en zoals geopenbaard in het bovengenoemde Amerikaans octrooischrift US-B1-6,223,518 worden ingezet bij toepassingen, waarbij het volledige uitgaande vermogen op een enkele as dient te worden overgebracht. Een nadeel van de enkelassige stoom- en gasturbine-inrichting is dat voor het opstarten van de gehele installatie  
20   althans de last 12 en/of de gasturbine 3 van de as ontkoppeld dienen te worden, omdat er anders een aanvullende externe boiler nodig is om de gehele installatie op toeren te brengen. Ook hierdoor wordt een dergelijke enkelassige installatie meer gecompliceerd en duurder.

25           De bovengenoemde vermelde varianten van bekende stoom- en gasturbine-inrichtingen zijn relatief gecompliceerde inrichtingen met een aantal constructieve nadelen en beperkingen voor wat betreft het overbrengen van het opgewekte vermogen op een last, waardoor ook de algehele efficiëntie van dergelijke installaties beperkt is.

30           Bij een meerassige stoom- en gasturbine-inrichting is er weliswaar geen mechanische koppeling tussen de stoomturbine en de gasturbine, maar wordt het opgewekte vermogen van de algehele installatie

over twee uitgaande assen en derhalve twee verschillende lasten verdeeld. De enkelassige variant bezit wel een mechanische koppeling tussen de stoom- en gasturbine en brengt ook al het vermogen via één as over op de aan te drijven last.

5 De onderhavige uitvinding poogt een stoom- en gasturbine-inrichting volgens de bovengenoemde inleiding te verschaffen welke de nadelen welke kleven aan de meerassige en enkelassige variant niet bezit. Meer in het bijzonder beoogt de uitvinding een stoom- en gasturbine-inrichting te verschaffen met een eenvoudige constructie zonder allerlei  
10 gecompliceerde aanvullende onderdelen.

Overeenkomstig de uitvinding wordt de stoom- en gasturbine-inrichting overeenkomstig de uitvinding gekenmerkt, doordat tijdens bedrijf de stoomturbine de gascompressor van de gasturbine-eenheid aandrijft. Meer in het bijzonder zijn de stoomturbine en gascompressor op  
15 dezelfde as geplaatst.

Hierdoor is het mogelijk om het vermogen dat in de stoomturbine-eenheid (B) wordt opgewekt via de gascompressor door te leiden naar de gasturbine, zodat nagenoeg al het door de algehele inrichting opgewekte vermogen via de gasturbine op één as wordt  
20 overgedragen. Voorts leidt het nuttig gebruik van de restwarmte van de gasturbine door de stoomturbine-cyclus tot een hoger rendement. Doordat al het opgewekte vermogen op één as c.q. last wordt overgedragen, wordt aldus de algemene performance/efficiëntie van de algehele inrichting sterk wordt verbeterd. Daarnaast is er geen mechanische koppeling tussen  
25 de stoomturbine en gasturbine aanwezig, omdat de gasturbine op een andere as dan die van de gascompressor is geplaatst. Zodoende blijft de noodzaak van het gebruiken van aanvullende ontkoppelingsmechanisme, welke de inrichting alleen maar gecompliceerder en duurder zouden maken, achterwege. Daarnaast wordt de stoom- en gasturbine-inrichting volgens de  
30 uitvinding zo gekenmerkt door een verbeterde lastkarakteristiek ten opzichte van de reeds bekende uitvoeringsvormen.

Bij een verbijzondering van de stoom- en gasturbine-inrichting wordt deze overeenkomstig de uitvinding gekenmerkt, doordat de stoomturbine tenminste één verdere gascompressor aandrijft, welke via een tussenkoeler in serie met de eerste gascompressor is geschakeld. Door het opnemen van een tweede of meerdere gascompressoren kan de efficiëntie van de gasturbine-eenheid (A) verder worden verbeterd.

Een meer efficiënte verbijzondering van de stoom- en gasturbine-inrichting wordt gekenmerkt, doordat tenminste één verdere stoomturbine in serie met de stoomturbine is geplaatst. Ter verkrijging van een compacte constructie zijn de gascompressoren en de stoomturbines op dezelfde as zijn geplaatst. Anderzijds kan telkens één gascompressor en één stoomturbine op een as zijn geplaatst.

Het rendement van de stoomturbine-eenheid kan verder worden verbeterd, doordat bij een specifieke uitvoeringsvorm volgens de uitvinding tijdens bedrijf het door de stoomleiding stromende water stroomafwaarts van de condensor in warmtewisselend contact staat met de door de tussenkoeler stromende lucht. Meer in het bijzonder vindt het warmtewisselend contact volgens het meestroomprincipe dan wel volgens het tegenstroomprincipe plaats.

Bij andere uitvoeringsvormen van de stoom- en gasturbine-inrichting overeenkomstig de uitvinding kunnen de stoomturbines een impuls-stoomturbine of een radiaalstoomturbine zijn, kunnen de gascompressoren een centrifugaal gascompressor of een axiaal-gascompressor zijn en kan de stoomgenerator een once-through restwarmte boiler zijn.

De uitvinding zal nu aan de hand van een tekening nader worden toegelicht, welke tekening achtereenvolgens toont:

Figuur 1 een uitvoeringsvorm van een meerassige stoom- en gasturbine-inrichting volgens de stand van de techniek;

Figuur 2 een andere uitvoeringsvorm van een enkelassige



stoom- en gasturbine-inrichting volgens de stand van de techniek;

Figuren 3 tot en met 8 diverse uitvoeringsvormen van een stoom- en gasturbine-inrichting volgens de uitvinding.

5 Bij de bespreking van de uitvoeringsvormen in de figuren 3 tot en met 8 bezitten de overeenkomende onderdelen dezelfde referentie-cijfers als die zoals beschreven in de figuren 1 en 2.

0 In de figuur 3 weergegeven uitvoeringsvormen van een stoom- en gasturbine-inrichting overeenkomstig de uitvinding toont de gascompressor 1 welke op één as 4, 10 tezamen met de stoomturbine 9 is geplaatst. Met deze configuratie van een stoom- en gasturbine-inrichting overeenkomstig de uitvinding wordt het door de stoomturbine-eenheid (B) opgewekte vermogen via de as 4, 10 en de gascompressor 1 overgedragen naar de gasturbine 3, zodat al het door de deze inrichting opgewekte  
5 vermogen overgebracht wordt op één as 5 ten behoeve van het aandrijven van de last 12.

Kenmerkend van de stoom- en gasturbine-inrichting is de mechanische ontkoppeling tussen de gascompressor 1 en de gasturbine 3, nu zij in tegenstelling tot de uitvoeringsvormen zoals getoond in de figuren  
0 1 en 2 (stand van de techniek) bij de onderdelen op dezelfde as 4, 5 zijn geplaatst. Deze mechanische ontkoppeling tussen de gascompressor 1 en de gasturbine 3 maakt de toepassing van aanvullende, gecompliceerde koppelingsmechanismen overbodig.

5 Een andere meer efficiënte uitvoeringsvorm van de stoom- en gasturbine-inrichting wordt getoond in de figuur 4, waarbij op de gemeenschappelijke as 4, 10 van de gascompressor 1 en de stoomturbine 9 een additionele gascompressor 1' is aangebracht. Via de inlaat 1a wordt de te comprimeren lucht via de eerste gas-compressor 1' via een tussenkoeler 14 naar de tweede gascompressor 1 geleid, waarna via de  
0 leiding 1b de lucht naar de verbrandingskamer 2 wordt gevoerd. Door de meertrapscompressie met tussenkoeling van de aan te voeren lucht kan het

rendement van de inrichting aanzienlijk worden verbeterd. Hoewel in de figuur 4 twee gascompressoren 1-1' op de as 4, 10 zijn geplaatst, zal het duidelijk zijn, dat meerdere, in serie gekoppelde gascompressoren op dezelfde as 4, 10 kunnen worden geplaatst.

In de figuur 5 wordt een verbijzondering van de in de figuur 4 weergegeven uitvoeringsvorm van de stoom- en gasturbine-inrichting overeenkomstig de uitvinding getoond. In deze figuur 5 wordt de tussenkoeler opgenomen in de stoomleiding 6 van de stoomturbine-eenheid (B), zodat de van de condensor 11 afkomstige gecondenseerde stoom (water) in warmtewisselend contact komt te staan met de door de tussenkoeler stromende gecomprimeerde lucht van de meertraps gascompressie-combinatie 1'-1. Hierbij staan zowel de door de stoomleiding 6 stromende stoom en de door de gascompressoren 1'-1 stromende lucht in tegenstroomprincipe met elkaar, anderzijds kan de warmte-uitwisseling ook volgens het meestroomprincipe plaatsvinden.

De uitvoeringsvorm in figuur 6 is nagenoeg gelijk aan figuur 4, zij het dat op de as 4, 10 een additionele stoomturbine 9' is geplaatst, welke in serie met de stoomturbine 9 is geschakeld. Alle gascompressoren 1, 1' en stoomturbines 9, 9' zijn daarbij op dezelfde as 4, 10 geplaatst.

Een combinatie van de uitvoeringsvormen uit de figuren 5 en 6 wordt getoond in figuur 7.

In figuur 8 zijn elke gascompressor 1-1' en elke stoomturbine 9-9' op een aparte as (4, 10; 15, 16) geplaatst. Hoewel niet weergegeven is tussen de serie-geschakelde gascompressoren 1-1' de tussenkoeler 14 opgenomen (analoog aan figuur 4). Voorts kan, analoog aan de uitvoeringsvorm uit de figuur 7, deze uitvoeringsvorm worden uitgebreid met de tussenkoeler, welk opgenomen is in de stoomleiding 6 van de stoomturbine-eenheid (B) en waarbij de van de condensor 11 afkomstige gecondenseerde stoom (water) in warmtewisselend contact komt

te staan met de door de tussenkoeler stromende gecomprimeerde lucht van de meertraps gascompressie-combinatie 1'-1.

Evenzo kan het aantal gascompressoren en stoomturbines worden uitgebreid tot meer dan twee componenten analoog aan de  
5 uitvoeringsvormen getoond in de figuren 4-8.

Het zal duidelijk zijn dat door de getoonde uitvoeringsvormen van de stoom- en gasturbine-inrichting volgens de uitvinding door de mechanische ontkoppeling van de gascompressor en de gasturbine en deze eerste door de stoomturbine aan te drijven een inrichting kan worden  
10 verkregen met een verbeterde lastkarakteristiek ten opzichte van de reeds bekende stoom- en gasturbine-inrichtingen, zonder gebruik te maken van allerlei mechanische koppelmechanismen en waarbij al het door de inrichting opgewekte vermogen volledig overgedragen wordt op één uitgaande as voor het aandrijven van een last.

Kenmerkend voor alle getoonde uitvoeringsvormen is dat het  
15 afschakelen van de gasturbine of de last tijdens bedrijf (dus bij actief werkende verbrandingskamer 2) de gascompressor via de stoomturbine 9 immer wordt aangedreven, zodat het weer opstarten van de gasturbine snel kan geschieden. De gasturbine kan bij een blijvend aangedreven gas-  
20 compressor weer snel op toeren worden gebracht. Voor het opstarten hoeft alleen de stoomturbine die de gascompressor aandrijft op gang gebracht te worden. Zodra de gascompressor druk levert, kan de vrije gasturbine vanuit stilstand de last op gang brengen zonder dat een ontkoppeling met de last nodig is.

25 Voorts kan het warmtewisselend contact tussen de stoom-generator 8 en de vanuit de gasturbine 3 afkomstige verbrandingsgassen 3b volgens het meestroom- dan wel het volgens het tegenstroom-principe plaatsvinden.

**CONCLUSIES**

1. Stoom- en gasturbine-inrichting omvattende een gasturbine-eenheid (A) en een stoomturbine-eenheid (B), waarbij de gasturbine-eenheid (A) mede is samengesteld uit tenminste:

- een op een compressor-as (4) geplaatste gascompressor (1), een verbrandingskamer (2) en een op een gasturbine-as (5) geplaatste gasturbine (3); en

waarbij de stoomturbine-eenheid (B) mede is samengesteld uit:

- een gesloten stoomleiding (6) met daarin tenminste opgenomen:

- een pomp (7); een stoomgenerator (8), welke tijdens bedrijf in warmtewisselend contact staat met de vanuit de gasturbine (3) afkomstige verbrandingsgassen (3b); een op een stoomturbine-as (10) geplaatste stoomturbine (9); alsmede een condensor (11), met het kenmerk, dat tijdens bedrijf de stoomturbine de gascompressor van de gasturbine-eenheid aandrijft.

2. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stoomturbine en de gascompressor op dezelfde as (4, 10) zijn geplaatst.

3. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de gasturbine op een andere as (5) dan die van de gascompressor is geplaatst.

4. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de stoomturbine tenminste één verdere gascompressor (1') aandrijft, welke via een tussenkoeler (14) in serie met de eerste gascompressor (1) is geschakeld.

5. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat tenminste één verdere stoomturbine (9') in serie met de stoomturbine (9) is geplaatst.

6. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens conclusie 4 of 5,

met het kenmerk, dat de gascompressoren (1, 1') en de stoomturbines (9, 9') op dezelfde as (4, 10) zijn geplaatst.

7. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens conclusie 4 of 5, met het kenmerk, dat telkens één gascompressor (1, 1') en één stoomturbine (9, 9') op een as (4, 10; 15, 16) zijn geplaatst.

8. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de conclusies 4-7, met het kenmerk, dat tijdens bedrijf het door de stoomleiding (6) stromende water stroomafwaarts van de condensor (11) in warmtewisselend contact staat met de door de tussenkoeler (14) stromende lucht.

9. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat het warmtewisselend contact volgens het meestroom-principe plaats vindt.

10. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat het warmtewisselend contact volgens het tegenstroom-principe plaats vindt.

11. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat één of meer van de stoomturbines een impulsstoomturbine is.

12. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat één of meer van de stoomturbines een radiaalstoomturbine is.

13. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat één of meer van de gascompressoren een centrifugaal-gascompressor is.

14. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat één of meer van de gascompressoren een axiaal-gascompressor is.

15. Stoom- en gasturbine-inrichting volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de stoomgenerator een once-through restwarmte-boiler is.

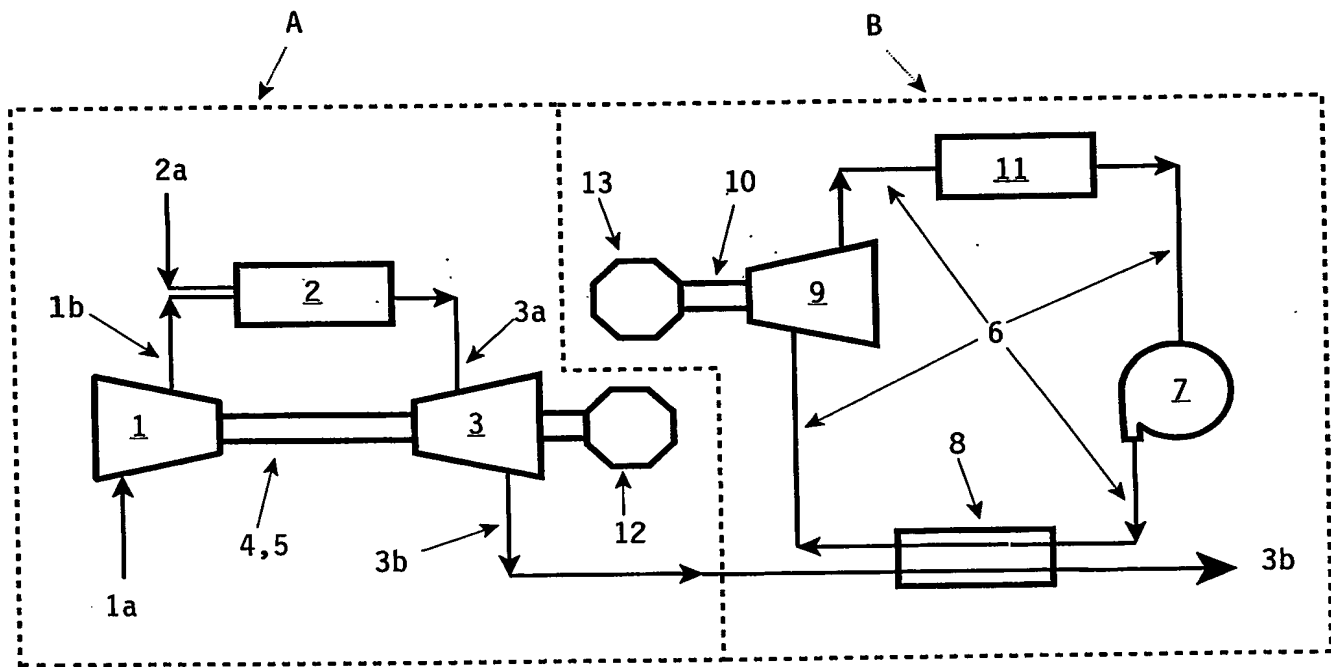


Fig. 1

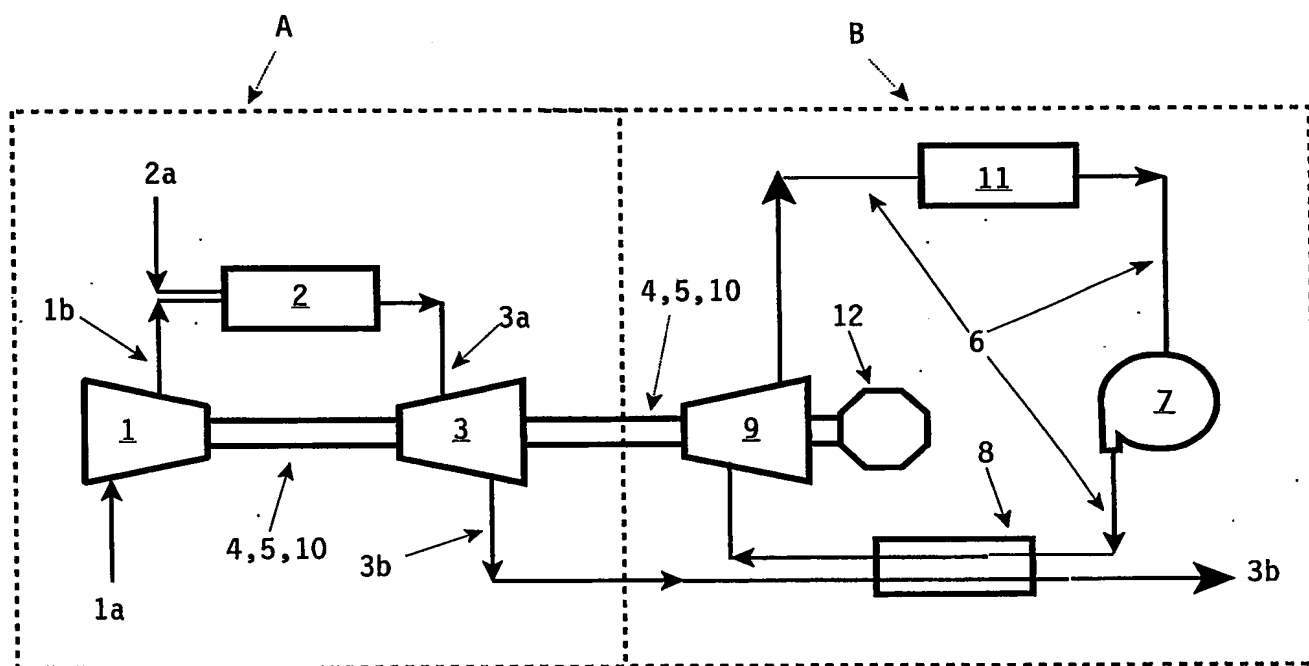


Fig. 2

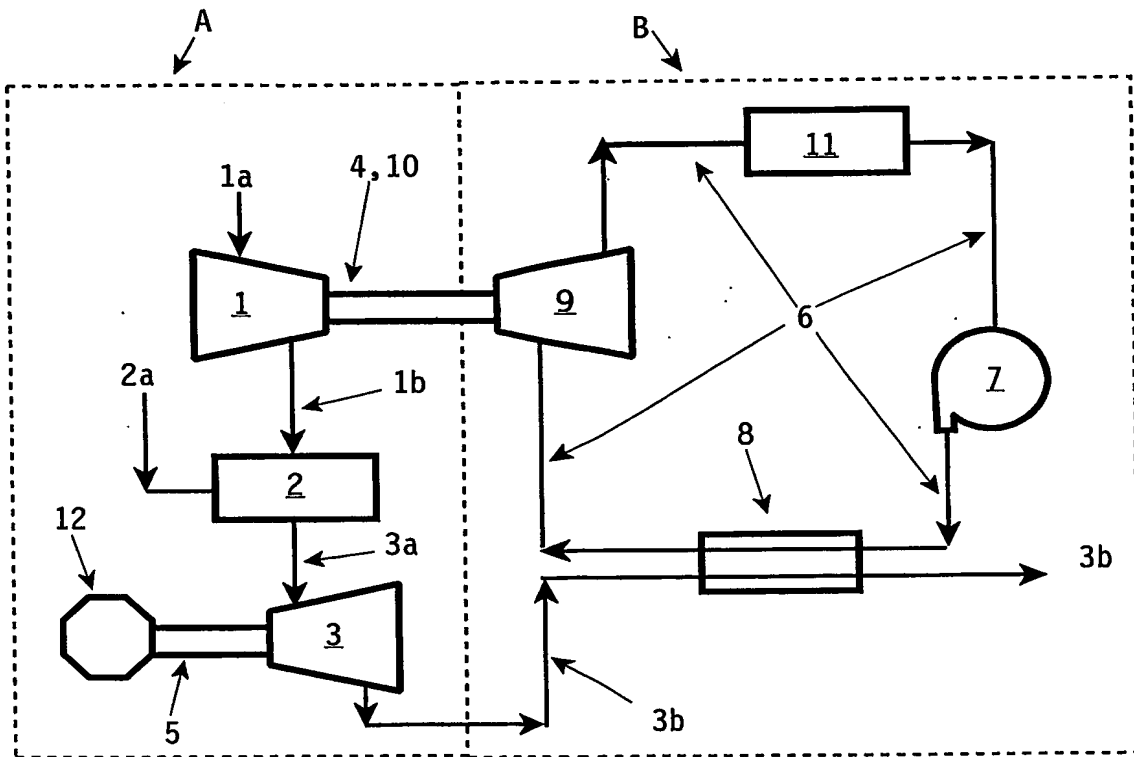


Fig. 3



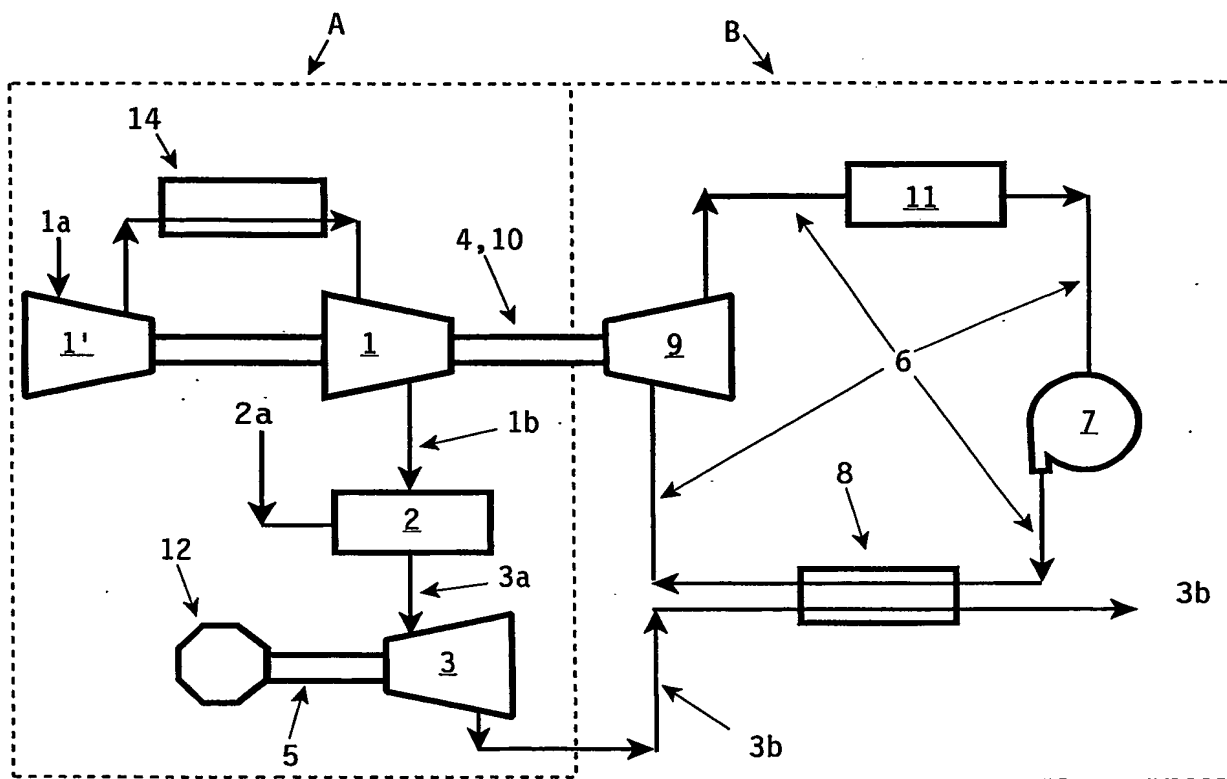


Fig. 4

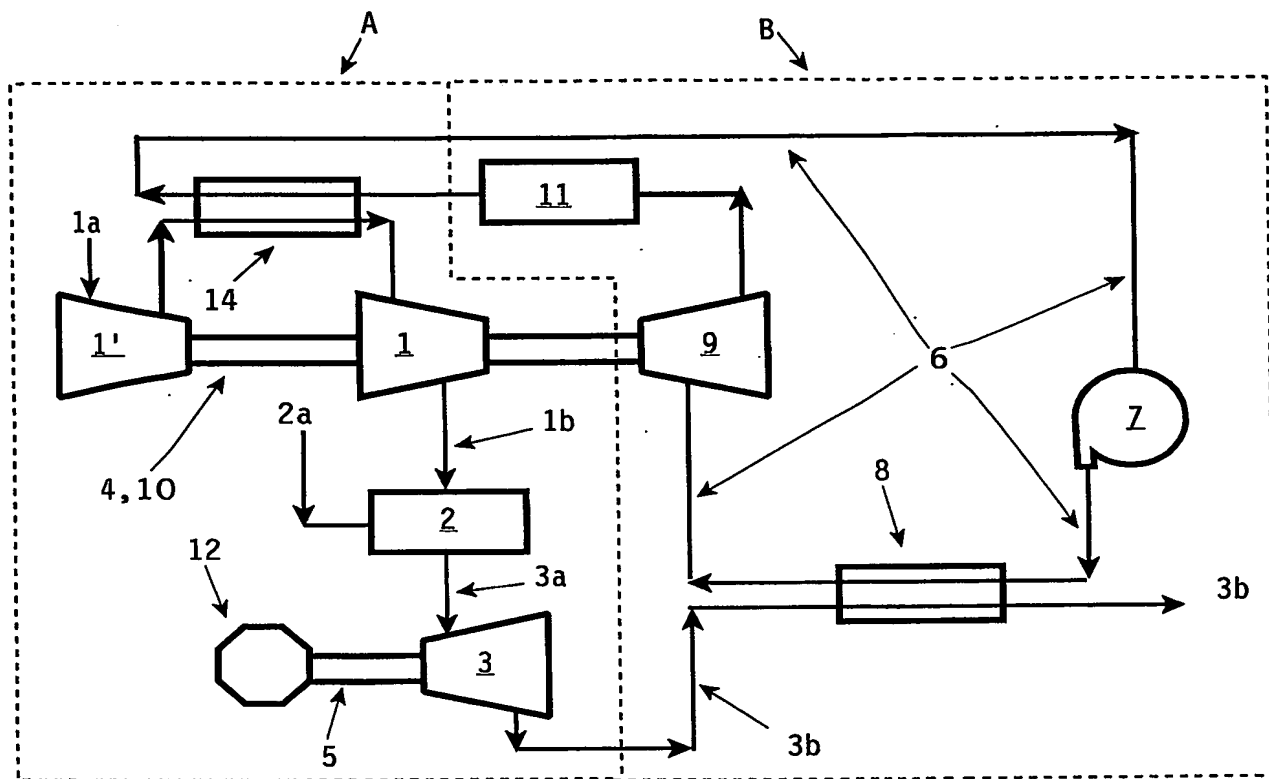
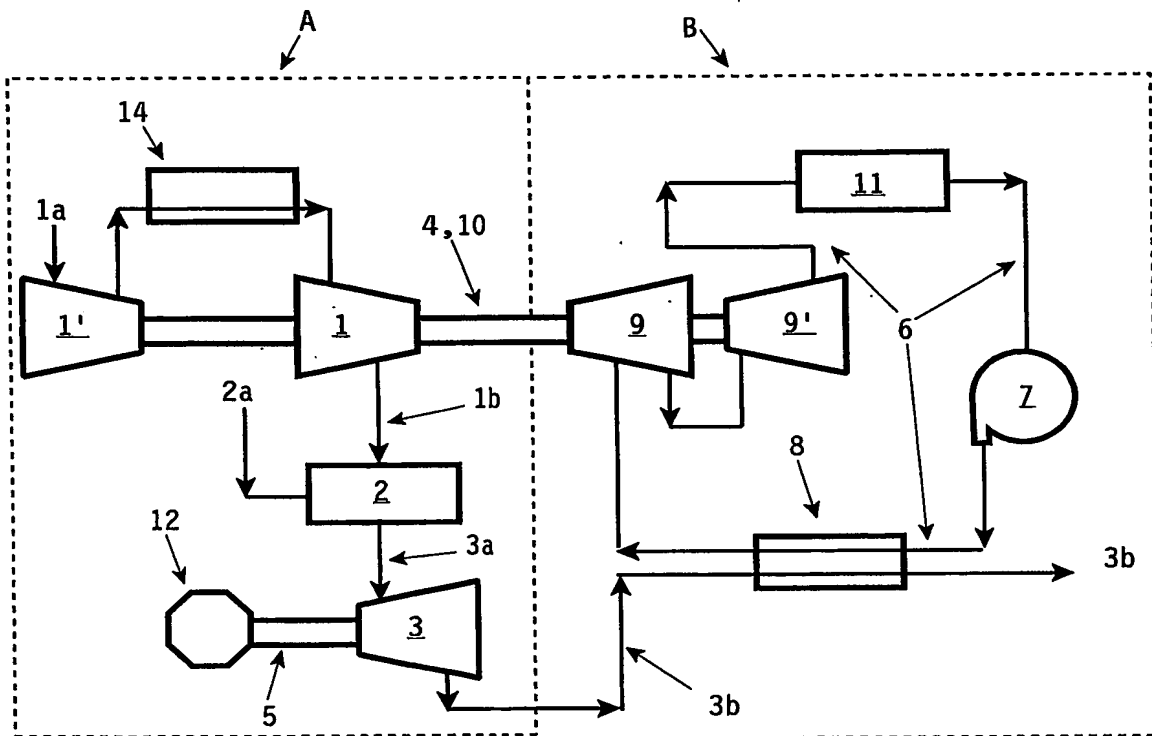


Fig. 5



**Fig. 6**

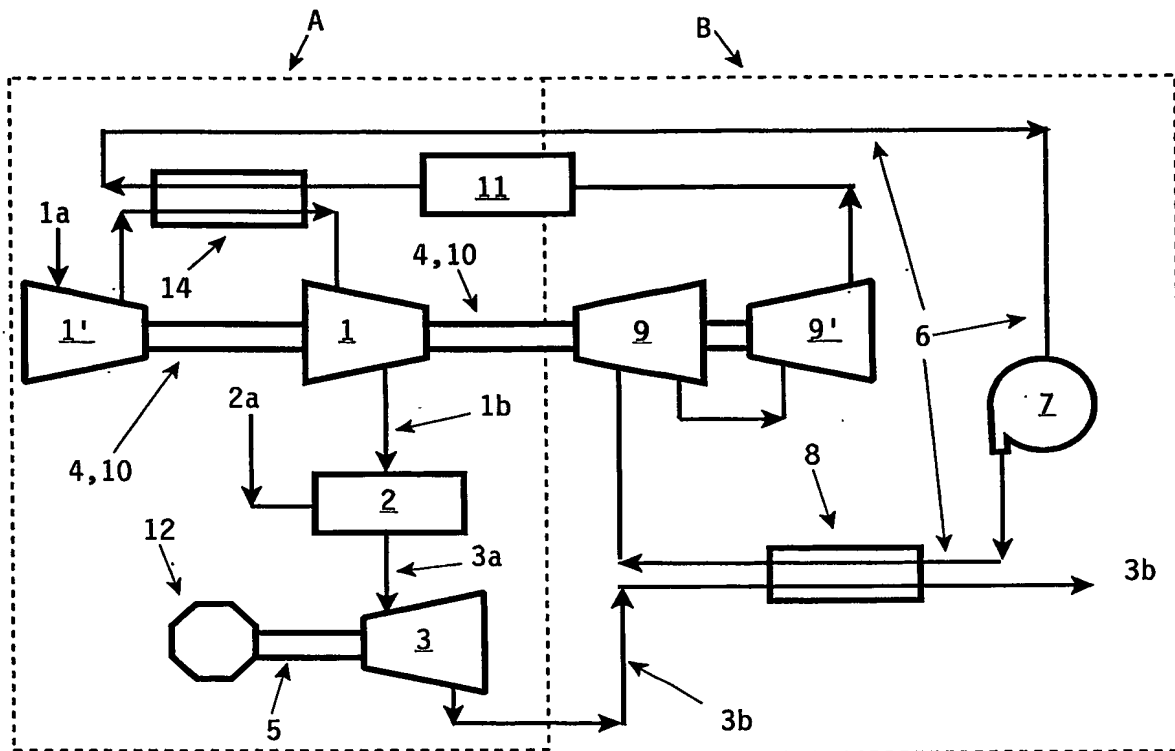
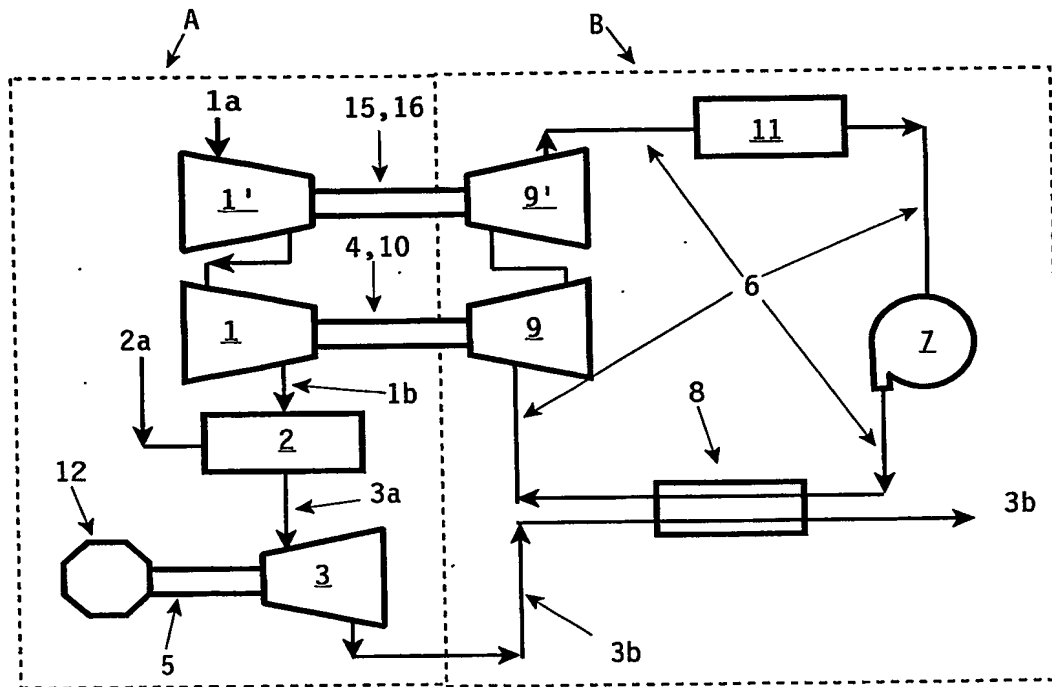


Fig. 7



**Fig. 8**